



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 03 605 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 01 H 85/143**  
H 01 H 85/165

②① Aktenzeichen: 198 03 605.1  
②② Anmeldetag: 30. 1. 98  
②③ Offenlegungstag: 5. 8. 99

DE 198 03 605 A 1

⑦① Anmelder:  
Wickmann-Werke GmbH, 58453 Witten, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Wenzel & Kalkoff, 58452 Witten

⑦② Erfinder:  
Lessig, Ines, 45525 Hattingen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 34 08 854 A1  
DE 89 08 139 U1  
WO 88 09 048 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

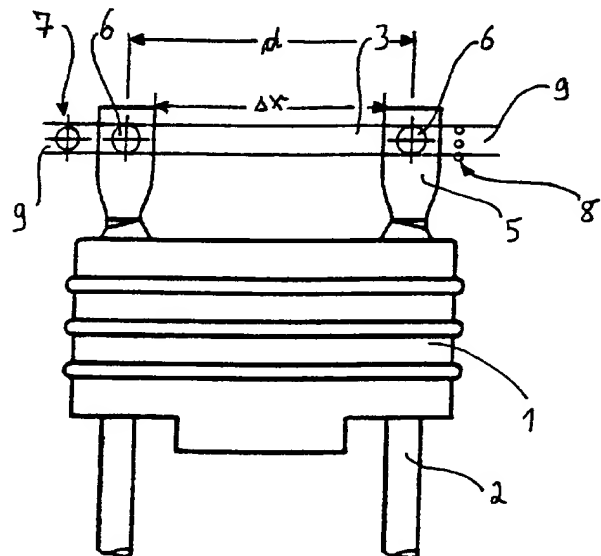
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Herstellung elektrischer Sicherungen

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung elektrischer Sicherungen, bei dem

- mindestens ein Schmelzleiter
- an mindestens einem Anschlußstift
- in einem isolierenden Körper
- elektrisch leitend
- befestigt wird.

Vor allem zum Zweck der Reduzierung der Fertigungskosten bei einem Verfahren der vorstehend genannten Art wird vorgeschlagen, daß eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Schmelzleiter (3) und einem Anschlußstift (2) durch Lasern hergestellt wird.



DE 198 03 605 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung elektrischer Sicherungen, bei dem

- mindestens ein Schmelzleiter
- an mindestens einem Anschlußstift
- in einem isolierenden Körper
- elektrisch leitend
- befestigt wird.

Bekannte Verfahren, wie beispielsweise das der Pfostenlötlung zur Verbindung eines Schmelzleiters mit Anschlußstiften, wurden in der Vergangenheit insbesondere aufgrund ihrer hohen Fehleranfälligkeit weiterentwickelt. Ein sehr zuverlässiges Herstellungsverfahren wird anhand einer elektrischen Kleinstsicherung mit einem isolierenden Körper in der DE 34 08 854 offenbart. Danach wird der Schmelzleiter an abgeplatteten und mit einer länglichen Ausnehmung versehenen Endbereichen abgelängter Anschlußstifte gespannt, wobei in einem nachfolgenden Schritt aus diesen Endabschnitten durch Biegen Ösen um den Schmelzleiter herum zu dessen Fixierung ausgebildet werden. Auf einen unter Zufuhr von Hilfsstoffen, wie beispielsweise Lötlut und Flußmittel, durchgeführten Lötprozess folgend wird das überstehende Schmelzleiter-Material durch speziell ausgebildete Scheren oder Messer abgeschnitten. Dieses Verfahren ermöglicht zwar eine sichere elektrische und mechanische Verbindung zwischen dem Schmelzleiter und den Anschlußbeinen, aber der Fertigungsaufwand ist relativ hoch.

Es besteht daher die Aufgabe, ein Verfahren der vorstehend genannten Art vor allem zum Zweck der Reduzierung der Fertigungskosten weiterzuentwickeln.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Schmelzleiter und einem Anschlußstift durch Lasern hergestellt wird.

In einem Verfahren zur Herstellung elektrischer Sicherungselemente, wie z. B. einer Kleinstsicherung der eingangs genannten Art, wird an in entsprechend abgelängten und positionierten Anschlußstiften ein Schmelzleiter durch gezielte Zufuhr thermischer Energie unter Nutzung eines Lasers mit vorbestimmten Bereichen eines Anschlußstiftes elektrisch leitend verbunden bzw. daran dauerhaft befestigt. Der thermische Energieinhalt eines Laserstrahls ist auch bei kurzen Pulsen aus modernen Lasern so hoch, daß er zu einer starken Erwärmung in dem nahezu punktförmigen Bereich seines Auftreffens führt. So wird ohne Einsatz von Lötzinneine elektrisch und mechanisch dauerhafte Verbindung hergestellt, die sich gegenüber Lötverbindungen besonders durch ihre Temperaturstabilität auszeichnet.

Der Verbindungsbereich zwischen Anschlußstift und Schmelzleiter wird durch die Prozeßführung sehr genau bestimmt, so daß es im Vergleich zu Verfahren nach dem Stand der Technik sehr geringe Variationen der Länge des Schmelzleiters zwischen zwei Verbindungsstellen in einem Sicherungselement gibt. Damit wird eine insgesamt sehr geringe Streuung der Sicherungswiderstände innerhalb des Herstellungsprozesses erreicht. Zudem werden mindestens die Prozessschritte Einrollen und Löten mit den darin enthaltenen Werkzeugen, Hilfsstoffen sowie maschinellen Vorrichtungen eingespart, was neben der deutlichen Steigerung der Fertigungsgenauigkeit eine Erhöhung des Rationalisierungsgrades und der Wirtschaftlichkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber bekannten Sicherungsherstellverfahren bewirkt.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann der Laserstrahl daher in dem beabsichtigten Verbindungsbereich auch

vorteilhaft auf den hinter dem Anschlußstift angeordneten Schmelzleiter gerichtet werden. Durch den Berührungskontakt zwischen Schmelzleiter und Anschlußstift wird in ausreichendem Maße thermische Energie auch auf den Schmelzleiter übertragen. So ergibt sich durch mindestens oberflächliches Anschmelzen des Schmelzleiters eine dauerhafte mechanische und elektrisch leitende Verbindung über den gesamten Kontaktbereich, der insbesondere durch eine Stanzung an dem Anschlußstift genau definiert wird. Andere Einsatzmöglichkeiten werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird auch das Trennen des an der Verbindungsstelle einseitig überstehenden Schmelzleiters durch einen Laser durchgeführt. Lasertrennen ist auch bei extrem kurzer thermischer Einwirkungszeit bei Mehrkomponentenschmelzleitern einsetzbar, bei denen beispielsweise der Schmelzleiter in Form eines oder mehrerer metallischer Drähte um einen Seidenfaden oder einen Keramikkörper oder ähnliches herumgewickelt ist. Durch die starke Konzentration der Energie auf einen Durchtrennungsbereich kann das Abtrennen sehr schnell durchgeführt werden, wodurch auch die starke Erwärmung lokal eng im Schmelzleiter begrenzt bleibt. Dadurch kann insbesondere bei der Herstellung von Sicherungselementen mit träger Schaltcharakteristik eine vorzeitige Alterung des Schmelzleiters im Bereich seines Hotspots, dem gezielten Durchtrennungsbereich beim Abschalten des Sicherungselementes, vermieden werden.

Je nach Durchmesser und Materialbeschaffenheit eines eingesetzten Schmelzleiters sowie des für das Herstellungsverfahren zur Verfügung stehenden Lasers wird das Trennen mit einem einzigen Laserpuls oder aber einer schnellen Abfolge mehrerer, in einer Linie über den Durchtrennungsbereich am Schmelzleiter geführter Laserpulse durchgeführt. Zum Trennen können zusätzliche Laser eingesetzt werden, wodurch nach dem Verbinden das Einstellen neuer Laserstrahl-Positionen eingespart werden kann. Durch den Einsatz handelsüblicher Laser mit moderner Kalibrierungs- und Umlenkoptik sind beide Arten der Trennung bei der Einrichtung einer Fertigungsstraße sowie im Dauerbetrieb fast gleich wirtschaftlich.

Vorteilhafterweise wird das Verbinden des Schmelzleiters mit einem Anschlußstift sowie das Trennen des überstehenden Schmelzleiters in einem Schritt durchgeführt. Dazu wird vorzugsweise der Laserpuls seitlich leicht gegenüber dem Anschlußstift versetzt gegen den Anschlußstift und mindestens teilweise auch direkt gegen den Schmelzleiter gerichtet, so daß zeitlich genau aufeinanderfolgend erst ein Verbinden und dann ein Abtrennen des Schmelzleiters durchgeführt wird. In einer Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 3 oder Anspruch 4 werden die übrigbleibenden Abschnitte des befestigten Schmelzleiters durch Druckluft von der Verbindungsstelle direkt nach dem Einsatz des Laserpulses abgeblasen. Unter Verwirklichung von Anspruch 5 ergibt sich somit ein gegenüber dem Stand der Technik hinsichtlich der Sauberkeit der Trennstelle überlegenes Herstellungsverfahren. Zudem arbeitet ein Lasertrennverfahren vergleichsweise wartungsfrei, da an dem Trennwerkzeug im Gegensatz zu mechanischen Vorrichtungen kein Verschleiß auftreten kann. Das kontaktfrei durchgeführte Trennen ermöglicht auch das problemlose Verarbeiten extrem dünner Schmelzleiters, da Vibrationen oder übermäßige mechanische Beanspruchung des Schmelzleiters oder der Verbindungsstelle prinzipbedingt nicht auftreten können.

Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren wird vorteilhafter Weise im Vielfachnutzen durchgeführt, wobei insbesondere Bestückungskassetten zur Aufnahme der An-

schlußstifte verwendet werden. Diese Kassetten können einzeln oder zur weiteren Produktivitätserhöhung in kettenförmiger Aneinanderreihung eingesetzt werden.

Die Flexibilität des vorstehend beschriebenen Verfahrens erlaubt auch, daß ein rationelles und sicheres Verbinden des Schmelzleiters mit einem Anschlußstift durch Lasern nicht nur im unmittelbaren Endbereich des Anschlußstiftes durchgeführt wird. Bei Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens können die stiftförmigen Anschlüsse zwar zur Materialeinsparung in ihrer Länge prinzipiell reduziert werden, wie ein Vergleich der nachfolgenden Ausführungsbeispiele mit den Abbildungen aus der DE 34 08 854 deutlich zeigt. Bei Bedarf können die Anschlußstifte jedoch auch jenseits einer Verbindungsstelle unverändert weiterlaufen.

Endprodukt eines der vorstehend erläuterten erfindungsgemäßen Verfahren ist eine elektrische Sicherung aus einem isolierenden Körper und zwei mindestens teilweise stiftförmigen Anschlüssen, die innerhalb des Körpers elektrisch leitend mit mindestens einem Schmelzleiter durch Laserschweißung verbunden sind, wobei der Schmelzleiter vorzugsweise durch Lasern abgelängt ist. Eine derartige elektrische Sicherung wird als Gerätesicherung in sehr hohen Stückzahlen eingesetzt, so daß die Verwirklichung der genannten Merkmale und die Nutzung der damit verbundenen Einsparungspotentiale von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind.

Nach dem Stand der Technik haben sich elektrische Verbindungen dünner Schmelzleiter an stiftförmigen Anschlüssen als besonders schwierig dargestellt, so daß im Rahmen dieser Erfindung auch vorrangig auf derartige Verbindungen Bezug genommen wurde. Darin ist jedoch keine Beschränkung der Erfindung nur auf diesen Bereich zu sehen, da eine Übertragung der Erfindung auf andere technische Anwendungsfälle mit ähnlichen Randbedingungen nahe liegt.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1a eine Draufsicht auf einen Standard-Sockel einer Sicherung mit zwei Anschlußstiften und dem skizzierten Verlauf eines Schmelzleiters;

Fig. 1b eine Seitenansicht von Fig. 1a;

Fig. 1c eine Skizze analog zu Fig. 1a unter Darstellung einiger Fertigungsschritte,

Fig. 2a und 2b zu Fig. 1a und 1b analoge Abbildungen unter Anpassung auf ein variiertes Verfahren und

Fig. 2c eine skizzierte Darstellung einiger Fertigungsschritte.

In Fig. 1a ist ein Sockel 1 einer elektrischen Sicherung mit zwei Anschlußstiften 2 in einer Draufsicht dargestellt, wie er beispielsweise bei der Gerätesicherung TE5® als Teil eines isolierenden Körpers eingesetzt wird. Durch gestrichelte Linien ist in Fig. 1a auch ein Verlauf eines Schmelzleiters 3 eingezeichnet, der auf jeweils in einem Endbereich 4 abgeplattete Flächen 5 der Anschlußstifte 2 gelegt wird. Die Fläche 5 weist dabei eine beim Trennen der Anschlußstifte 2 durch Stanzen definierte feste Breite b auf.

Anhand der Seitenansicht der vervollständigten Anordnung von Fig. 1a wird in Fig. 1b der Zustand vor dem Herstellen eines Verbindungsbereiches 6 zwischen einer abgeplatteten Fläche 5 eines Anschlußstiftes 2 und dem Schmelzleiter 3 dargestellt. Der Doppelpfeil zeigt dabei die Richtung an, aus der in diesem Verfahren ein Laserstrahl auf die beschriebene Anordnung gerichtet wird. Der Laserstrahl wird dementsprechend auf den hinter dem Anschlußstift 2, bzw. der abgeplatteten Fläche 5 des Anschlußstiftes 2 angeordneten Schmelzleiter 3 gerichtet. Die hohe thermische Energie des Laserstrahls erhitzt somit die Fläche 5 sehr stark. Durch den Berührungskontakt heizt sich auch der

Schmelzleiter 3 in einem linienförmigen Bereich soweit auf, daß dann Anschlußstift 2 und Schmelzleiter 3 hier miteinander verschmelzen. Durch eine entsprechende Prozeßführung kann also eine Verschmelzung bzw. eine dauerhafte, elektrisch leitende Verbindung zwischen Anschlußstift 2 und Schmelzleiter 3 erreicht werden, die in ihrer Abmessung genau der Breite b der Fläche 5 entspricht. Da der elektrische Widerstand des Schmelzleiters 3 wesentlich höher als der der Anschlußstifte 2 ist und zudem ein Abstand d der Anschlußstifte 2 voneinander beispielsweise hier durch den Sockel 1 immer konstant gehalten wird ergeben sich stets konstante freie Längen  $\Delta x$ . Also haben alle nach diesem Verfahren hergestellten Sicherungen einen der Länge  $\Delta x$  entsprechenden elektrischen Widerstand R. Die Variationen der Sicherungswiderstandswerte R, als ein Qualitätsmerkmal einer Sicherungsgruppe, sind daher innerhalb des Herstellungsprozesses minimal.

Aus Gründen der Arbeitssicherheit ist es vorteilhaft, den Laserstrahl stets nach unten bzw. nach oben, also in der Richtung der z-Achse zu richten. So wird der direkte Laserstrahl immer in einer Absorbereinheit aufgefangen. Zudem kann der Schmelzleiter 3 als gespannter Ein- oder Mehrkomponentendraht gleichzeitig sehr einfach auf eine Vielzahl nebeneinander angeordneter Sockel 1 bzw. Anschlußstifte 2 gelegt und damit bereits ausreichend positioniert werden.

In Fig. 1c sind zwei der Position des Doppelpfeils von Fig. 1b entsprechende Verbindungsstellen 6 mit dem hinter den Flächen 5 verlaufenden Schmelzleiter 3 dargestellt. Nach dem kurzen Laser-Schritt muß der zwischen den Anschlußstiften 5 liegende Schmelzleiter von überschüssigem Material 7 an den entsprechenden Seiten der Verbindungsstellen 6 abgetrennt werden. Bei einer stets anzustrebenden Massenfertigung liegen die fertig verbundenen Schmelzleiter sonst weiter in einer langen Reihe aneinanderhängend. Sie können in dieser Form nicht weiterverarbeitet werden, insbesondere kann der jede einzelne Sicherung umgebende isolierende Körper nicht geschlossen werden, was hier im Fall der Gerätesicherung TE5® durch Aufsetzen einer verrastenden Kappe geschehen würde. Zur Vereinzelung der Sicherungen sind daher Trennstellen 7, 8 nahe der Flächen 5 vorgesehen. An der Trennstelle 7 wird der Schmelzleiter 3 durch einen Laserpuls, an der Trennstelle 8 durch mehrere, linear geführte Laserpulse kontaktlos zertrennt. Die Auswahl der Art der Lasertrennung verfolgt in Abhängigkeit seiner Materialzusammensetzung des Schmelzleiters 3 und seines Durchmessers. Das beim Trennen anfallende überschüssige Material 9 wird durch Preßluft abgeblasen, so daß die Trennstellen 7, 8 stets sauber sind und der nachfolgende Fertigungsprozeß oder die Qualität der Sicherungen nicht durch Verunreinigungen beeinträchtigt werden.

Die in den Fig. 2a und 2b dargestellte Anordnung aus Sockel 1 mit endseitig abgeplatteten Anschlußstiften 2 sowie einem horizontal verlaufenden Schmelzleiter 3 stimmen prinzipiell mit denen der Fig. 1a und 1b überein. Der Unterschied zwischen diesen Ausführungsformen liegt soweit nur darin, daß der Laser in dem Bereich der späteren Verbindungsstelle 6 direkt auf den Schmelzleiter 3 gerichtet wird, wie in Fig. 2b schematisch unter Verwendung des Doppelpfeils dargestellt ist.

Anhand der Darstellung von Fig. 2c wird als weiterer Unterschied zu Fig. 1c deutlich, daß nun der Laserstrahl so zur Mitte der Flächen 5 nach außen versetzt eingerichtet wird, daß ein Teil der Laserenergie ausschließlich den Schmelzleiter 3 trifft und aufgrund der Kürze des Laserimpulses auch nicht mehr über die Flächen 5 zu den Anschlußstiften 2 hin abgeleitet werden kann. Die Erwärmung wird daher so stark, daß der Schmelzleiter an den Stellen 10 direkt beim

Verbinden des Schmelzleiters 3 mit den Anschlußstiften 2 von überschüssigem Material 9 abgetrennt wird. Somit ist hier gegenüber dem voranstehend beschriebenen Verfahren noch ein weiterer Rationalisierungsschritt durchgeführt worden.

Bei den Verbindungs- und/oder Trennverfahren ist jedoch gemeinsam, daß aufgrund der hohen Energiedichte moderner Laser die punktgenau positionierbare Wärmeenergie nur über extrem kurze Zeitintervalle auf eine bestimmte Stelle einwirken muß. Diese Stelle erwärmt sich quasi sofort so weit, daß die Bedingungen für eine optimale, dauerhafte Verbindung mit guten mechanischen und elektrischen Eigenschaften gegeben sind. Eine leichte Erhöhung der Laserpulsdauer führt zum Verdampfen des Materials und somit zu einem sauberen Trennen. In dem in Fig. 2c dargestellten Verfahren wird die Tatsache vorteilhaft ausgenutzt, daß in sehr kurzen Zeitabschnitten ein effektiver Abtransport der hohen Wärmeenergiemengen über weitere Strecken auch in metallischen Medien nicht möglich ist. Jede thermisch bedingte Materialänderung des Schmelzleiters wird so insbesondere in einem "Hotspot" 11 vermieden, in dem sich der Schmelzleiter 3 beim Abschalten auftrennen soll. Bei mangelnder Kühlung, wie im Bereich des isoliert liegenden Schmelzleiters 3, wird das Material daher getrennt. Im direkt angrenzenden Bereich, dem Kontaktbereich zwischen Schmelzleiter 3 und Anschlußstift 2, entsteht eine dem Elektroschweißen ähnliche Verbindungsstelle 6.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung elektrischer Sicherungen, bei dem

- mindestens ein Schmelzleiter
- an mindestens einem Anschlußstift
- in einem isolierenden Körper
- elektrisch leitend
- befestigt wird,

**dadurch gekennzeichnet**, daß eine elektrische leitende Verbindung zwischen dem Schmelzleiter (3) und dem Anschlußstift (2) durch Lasern hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserstrahl vorzugsweise auf den hinter dem Anschlußstift (2) angeordneten Schmelzleiter (3) gerichtet wird.

3. Verfahren nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablängen bzw. Abtrennen des Schmelzleiters (3) nach dem Verbinden mit mindestens einem Anschlußstift (2) durch Lasern erfolgt.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbinden des Schmelzleiters (3) mit mindestens einem Anschlußstift (2) sowie das Trennen bzw. Ablängen des Schmelzleiters (3) durch Lasern in einem Verfahrensschritt erfolgt.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Trennstelle (7, 8, 10) des Schmelzleiters (3) nach dem Abtrennen überschüssigen Materials (9) gereinigt wird, insbesondere durch Abblasen mit Luft.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Herstellungsverfahren im Vielfachnutzen insbesondere unter Verwendung von Bestückungskassetten zur Aufnahme der Anschlußstifte (2) durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das

Verbinden des Schmelzleiters (3) mit einem Anschlußstift (2) durch Lasern nicht im unmittelbaren Endbereich (4) des Anschlußstiftes (2) durchgeführt wird.

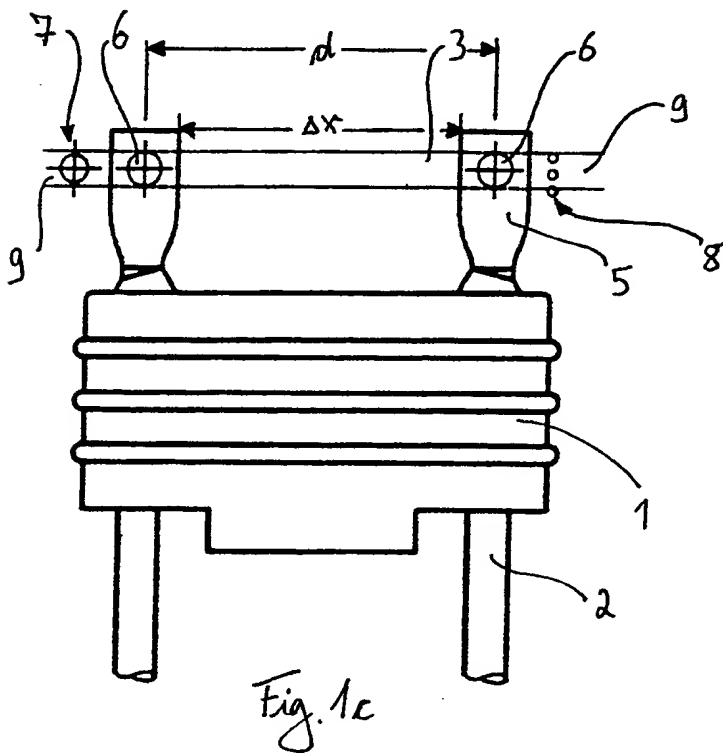
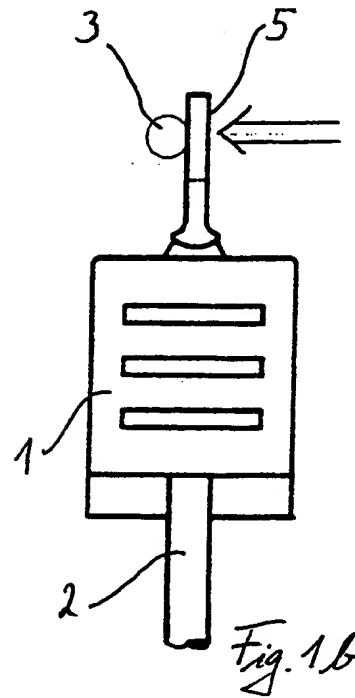
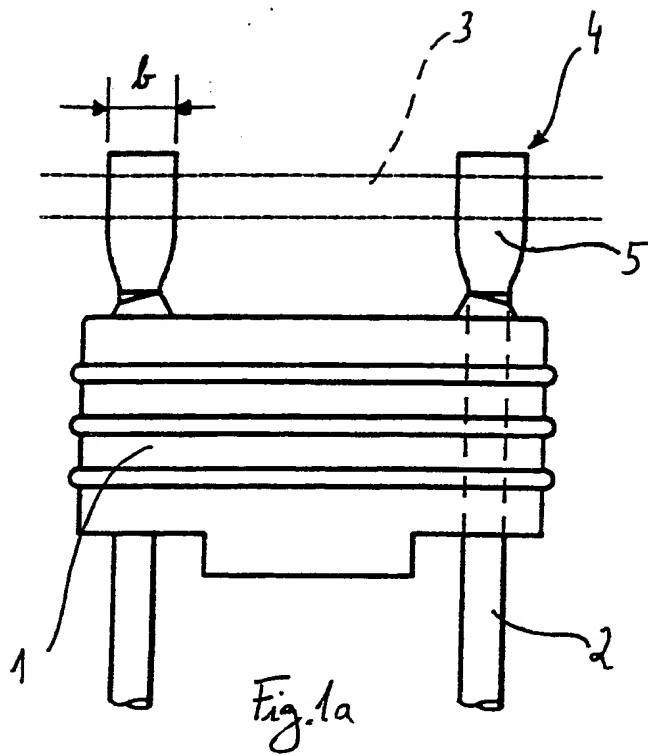
8. Elektrische Sicherung mit

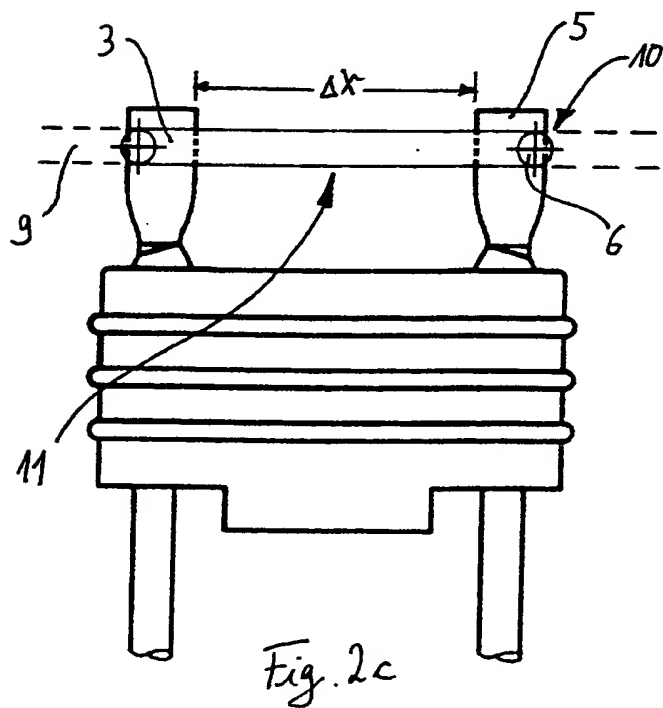
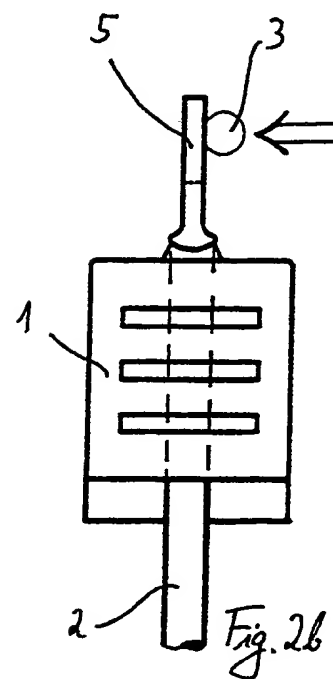
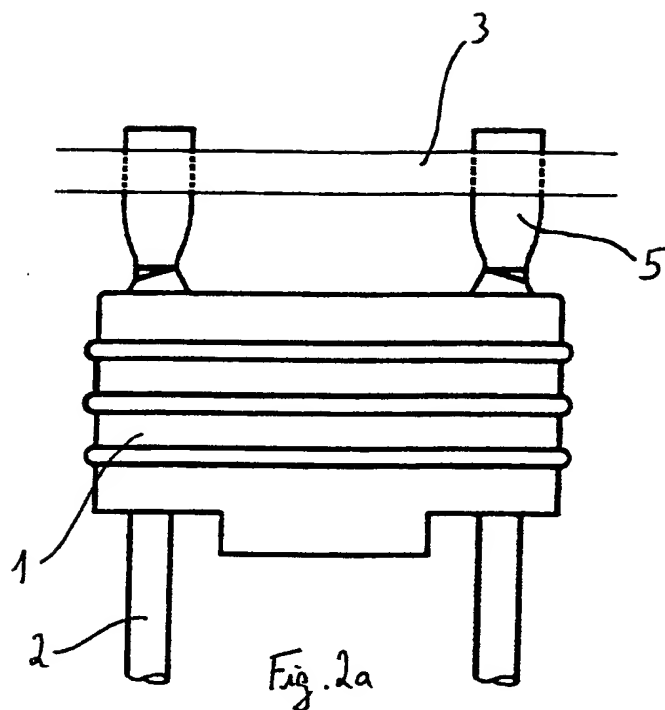
- einem isolierenden Körper und
- zwei mindestens teilweise stiftförmigen Anschlüssen (2)
- die innerhalb des Körpers elektrisch leitend
- mit mindestens einem Schmelzleiter (3)
- durch Laserschweißung verbunden sind, wobei
- der Schmelzleiter (3) vorzugsweise durch Lasern abgelängt ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---





PAT-NO: DE019803605A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19803605 A1

TITLE: Electrical fuse element manufacturing method

PUBN-DATE: August 5, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LESSIG, INES	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
WICKMANN WERKE GMBH	DE

APPL-NO: DE19803605

APPL-DATE: January 30, 1998

PRIORITY-DATA: DE19803605A (January 30, 1998)

INT-CL (IPC): H01H085/143;H01H085/165

EUR-CL (EPC): H01H085/147

ABSTRACT:

CHG DATE=19991202 STATUS=N>The electrical fuse element manufacturing method

uses a laser for providing the electrical connection between the fuse wire (3) and each of the terminal pins (2), embedded in an electrically insulating fuse element body (1), between which the fuse wire extends. The laser may also be used for separating the fuse wire after connecting it to each of the terminal pins, with any excess material removed via blasting with air. An Independent claim for an electrical fuse element is also included.